

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : H04Q 7/00	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/25530  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 4. Mai 2000 (04.05.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/03431  (22) Internationales Anmeldedatum: 27. Oktober 1999 (27.10.99)  (30) Prioritätsdaten: 198 49 545.5 27. Oktober 1998 (27.10.98) DE  (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FRANZEN, Michael [DE/DE]; Elbestrasse 33, D-46395 Bocholt (DE).  (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE- SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: CN, IN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>

(54) Title: METHOD AND ARRANGEMENT FOR ESTIMATING TRANSMISSION CHANNELS IN TELECOMMUNICATIONS SYSTEMS OPERATED BY WIRELESS TELECOMMUNICATION BETWEEN MOBILE AND/OR STATIONARY TRANSMITTERS/RECEIVERS, ESPECIALLY IN THIRD-GENERATION MOBILE RADIO SYSTEMS

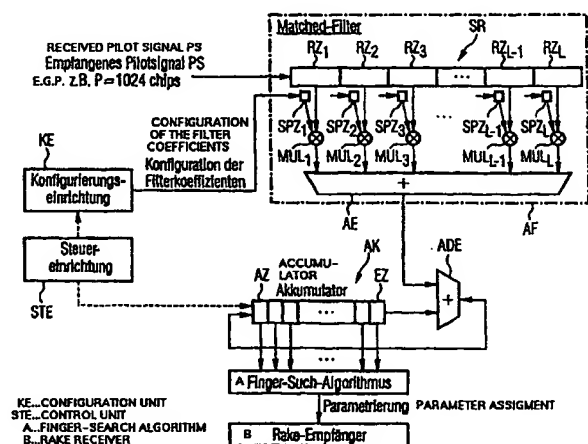
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUM SCHÄTZEN VON ÜBERTRAGUNGSKANÄLEN IN TELEKOMMUNIKATIONSSYSTEMEN MIT DRAHTLOSER TELEKOMMUNIKATION ZWISCHEN MOBILEN UND/ODER STATIONÄREN SENDE-/EMPFANGSGERÄTEN, INSBESONDERE IN MOBILFUNKSYSTEMEN DER DRITTEN GENERATION

(57) Abstract

In order to estimate transmission channels in telecommunications systems operated by wireless telecommunication between mobile and/or stationary transmitters/receivers, especially in third-generation mobile radio systems, corresponding to the character of the channel (for example length of the pilot) in such a manner that unnecessary complexity and throughput of the computer is avoided for example for the channel estimation device, especially the matched filter to completely estimate a channel. According to the invention, the channel is estimated in such a manner that based on a specific organization only those multiplication-accumulation operations are carried out that are necessary to determine the part of interest of the channel impulse response. The particular advantage of said method or arrangement is that channel estimation can be easily implemented while the quality of the result for the part of interest of the estimated channel impulse response remains stable.

(57) Zusammenfassung

Um Übertragungskanäle in Telekommunikationssystemen mit drahtloser Telekommunikation zwischen mobilen und/oder stationären Sende-/Empfangsgeräten, insbesondere in Mobilfunksystemen der dritten Generation, in Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Kanals (z.B. Länge des Piloten) derart zu schätzen, dass bei einer vollständigen Kanalschätzung z.B. für die Kanalschätzeinrichtung, insbesondere den "matched filter" nicht unnötig viel Komplexität und Rechenleistung - investiert wird, wird die Kanalschätzung derart durchgeführt, dass durch eine besondere Organisation nur noch genau die Multiplikations-Akkumulations-Operationen durchgeführt werden, die zur Bestimmung des interessanten Teils der Kanalimpulsantwort notwendig sind. Der besondere Vorteil des Verfahrens bzw. der Anordnung liegt in der aufwandsgünstigeren Implementierbarkeit der Kanalschätzung bei Erhaltung der Ergebnisqualität für den interessierenden Teil der geschätzten Kanalimpulsantwort.



# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

Verfahren und Anordnung zum Schätzen von Übertragungskanälen in Telekommunikationssystemen mit drahtloser Telekommunikation zwischen mobilen und/oder stationären Sende-/Empfangsgeräten, insbesondere in Mobilfunksystemen der dritten Generation

Telekommunikationssysteme mit drahtloser Telekommunikation zwischen mobilen und/oder stationären Sende-/Empfangsgeräten sind spezielle Nachrichtensysteme mit einer Nachrichtenübertragungsstrecke zwischen einer Nachrichtenquelle und einer Nachrichtensenke, bei denen beispielsweise Basisstationen und Mobilteile zur Nachrichtenverarbeitung und -übertragung als Sende- und Empfangsgeräte verwendet werden und bei denen

- 1) die Nachrichtenverarbeitung und Nachrichtenübertragung in einer bevorzugten Übertragungsrichtung (Simplex-Betrieb) oder in beiden Übertragungsrichtungen (Duplex-Betrieb) erfolgen kann,
- 2) die Nachrichtenverarbeitung vorzugsweise digital ist,
- 3) die Nachrichtenübertragung über die Fernübertragungsstrecke drahtlos auf der Basis von diversen Nachrichtenübertragungsverfahren FDMA (Frequency Division Multiple Access), TDMA (Time Division Multiple Access) und/oder CDMA (Code Division Multiple Access) - z.B. nach Funkstandards wie DECT [Digital Enhanced (früher: European) Cordless Telecommunication; vgl. *Nachrichtentechnik Elektronik* 42 (1992) Jan./Feb. Nr. 1, Berlin, DE; U. Pilger "Struktur des DECT-Standards", Seiten 23 bis 29 in *Verbindung mit* der ETSI-Publikation ETS 300175-1...9, Oktober 1992 und der DECT-Publikation des DECT-Forum, Februar 1997, Seiten 1 bis 16], GSM [Groupe Spéciale Mobile oder Global System for Mobile Communication; vgl. *Informatik Spektrum* 14 (1991) Juni, Nr. 3, Berlin, DE; A.Mann: "Der GSM-Standard - Grundlage für digitale europäische Mobilfunknetze", Seiten 137 bis 152 in *Verbindung mit* der Publikation *telekom praxis*

4/1993, P.Smolka "GSM-Funkschnittstelle - Elemente und Funktionen", Seiten 17 bis 24],  
UMTS [Universal Mobile Telecommunication System; vgl. (1): Nachrichtentechnik Elektronik, Berlin 45, 1995, Heft 1, Seiten 10 bis 14 und Heft 2, Seiten 24 bis 27; P.Jung, B.Steiner: "Konzept eines CDMA-Mobilfunksystems mit gemeinsamer Detektion für die dritte Mobilfunkgeneration"; (2): Nachrichtentechnik Elektronik, Berlin 41, 1991, Heft 6, Seiten 223 bis 227 und Seite 234; P.W.Baier, P.Jung, A.Klein: "CDMA - ein günstiges Vielfachzugriffsverfahren für frequenzselektive und zeitvariante Mobilfunkkanäle"; (3): IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol. E79-A, No. 12, December 1996, Seiten 1930 bis 1937; P.W.Baier, P.Jung: "CDMA Myths and Realities Revisited"; (4): IEEE Personal Communications, February 1995, Seiten 38 bis 47; A.Urie, M.Streeton, C.Mourot: "An Advanced TDMA Mobile Access System for UMTS"; (5): telekom praxis, 5/1995, Seiten 9 bis 14; P.W.Baier: "Spread-Spectrum-Technik und CDMA - eine ursprünglich militärische Technik erobert den zivilen Bereich"; (6): IEEE Personal Communications, February 1995, Seiten 48 bis 53; P.G.Andermo, L.M.Ewerbring: "An CDMA-Based Radio Access Design for UMTS"; (7): ITG Fachberichte 124 (1993), Berlin, Offenbach: VDE Verlag ISBN 3-8007-1965-7, Seiten 67 bis 75; Dr. T.Zimmermann, Siemens AG: "Anwendung von CDMA in der Mobilkommunikation"; (8): telcom report 16, (1993), Heft 1, Seiten 38 bis 41; Dr. T.Ketseoglou, Siemens AG und Dr. T.Zimmermann, Siemens AG: "Effizienter Teilnehmerzugriff für die 3. Generation der Mobilkommunikation - Vielfachzugriffsverfahren CDMA macht Luftschnittstelle flexibler"; (9): Funkschau 6/98: R.Sietmann "Ringgen um die UMTS-Schnittstelle", Seiten 76 bis 81] WACS oder PACS, IS-54, IS-95, PHS, PDC etc. [vgl. IEEE Communications Magazine, January 1995, Seiten 50 bis 57; D.D. Falconer et al: "Time Division Multiple Access Methods for Wireless Personal Communications"]  
erfolgt.

"Nachricht" ist ein übergeordneter Begriff, der sowohl für den Sinngehalt (Information) als auch für die physikalische Repräsentation (Signal) steht. Trotz des gleichen Sinngehaltes einer Nachricht - also gleicher Information - können unterschiedliche Signalformen auftreten. So kann z.B. eine einen Gegenstand betreffende Nachricht

- (1) in Form eines Bildes,
- (2) als gesprochenes Wort,
- 10 (3) als geschriebenes Wort,
- (4) als verschlüsseltes Wort oder Bild übertragen werden.

Die Übertragungsart gemäß (1) ... (3) ist dabei normalerweise durch kontinuierliche (analoge) Signale charakterisiert, während bei der Übertragungsart gemäß (4) gewöhnlich diskontinuierliche Signale (z.B. Impulse, digitale Signale) entstehen.

Im UMTS-Szenario (3. Mobilfunkgeneration bzw. IMT-2000) gibt es z.B. gemäß der Druckschrift *Funkschau 6/98: R.Sietmann*  
20 "*Ringten um die UMTS-Schnittstelle*", Seiten 76 bis 81 zwei Teilszenarien. In einem ersten Teilszenario wird der lizenzierte koordinierte Mobilfunk auf einer WCDMA-Technologie (Wideband Code Division Multiple Access) basieren und, wie bei GSM, im FDD-Modus (Frequency Division Duplex) betrieben, während in einem zweiten Teilszenario der unlizenzierte unkoordinierte Mobilfunk auf einer TD-CDMA-Technologie (Time Division-Code Division Multiple Access) basieren und, wie bei DECT, im TDD-Modus (Frequency Division Duplex) betrieben wird.

30

Für den WCDMA/FDD-Betrieb des Universal-Mobil-Telekommunikation-Systems enthält die Luftschnittstelle des Telekommunikationssystems in Auf- und Abwärtsrichtung der Telekommunikation gemäß der Druckschrift *ETSI STC SMG2 UMTS-L1, Tdoc SMG2 UMTS-L1 163/98: "UTRA Physical Layer Description FDD Parts"* Vers. 0.3, 1998-05-29 jeweils mehrere physikalische Kanäle, von denen ein erster physikalischer Kanal, der sogenannte Dedicated

35

Physical Control Channel DPCCH, und ein zweiter physikalischer Kanal, der sogenannte Dedicated Physical Data Channel DPDCH, in bezug auf deren Zeitrahmenstrukturen (frame structure) in den FIGUREN 1 und 2 dargestellt sind.

5

Im Downlink (Funkverbindung von der Basisstation zur Mobilstation) des WCDMA/FDD Systems von ETSI bzw. ARIB wird der Dedicated Physical Control Channel (DPCCH) und der Dedicated Physical Data Channel (DPDCH) zeitlich gemultiplext, während  
10 im Uplink ein I/Q-Multiplex stattfindet, bei dem der DPDCH im I-Kanal und der DPCCH im Q-Kanal übertragen werden.

Der DPCCH enthält  $N_{\text{pilot}}$  Pilot-Bits zur Kanalschätzung,  $N_{\text{TPC}}$  Bits für eine schnelle Leistungsregelung und  $N_{\text{TFI}}$  Format-Bits, die die Bitrate, Art des Services, Art der Fehlerschutzcodierung, etc. anzeigen (TFI = Traffic Format Indicator).  
15

FIGUR 3 zeigt auf der Basis eines GSM-Funkszenarios mit z.B. zwei Funkzellen und darin angeordneten Basisstationen (Base Transceiver Station), wobei eine erste Basisstation BTS1 (Sender/Empfänger) eine erste Funkzelle FZ1 und eine zweite Basisstation BTS2 (Sende-/Empfangsgerät) eine zweite Funkzelle FZ2 omnidirektional "ausleuchtet", ein FDMA/TDMA/CDMA-Funkszenario, bei dem die Basisstationen BTS1, BTS2 über eine  
20 für das FDMA/TDMA/CDMA-Funkszenario ausgelegte Luftschnittstelle mit mehreren in den Funkzellen FZ1, FZ2 befindlichen Mobilstationen MS1...MS5 (Sende-/Empfangsgerät) durch drahtlose uni- oder bidirektionale - Aufwärtsrichtung UL (Up Link) und/oder Abwärtsrichtung DL (Down Link) - Telekommunikation auf entsprechende Übertragungskanäle TRC (Transmission Channel) verbunden bzw. verbindbar sind. Die Basisstationen  
30 BTS1, BTS2 sind in bekannter Weise (vgl. GSM-Telekommunikationssystem) mit einer Basisstationssteuerung BSC (Base Station Controller) verbunden, die im Rahmen der Steuerung der Basisstationen die Frequenzverwaltung und Vermittlungsfunktionen übernimmt. Die Basisstationssteuerung BSC ist ihrerseits  
35 über eine Mobil-Vermittlungsstelle MSC (Mobile Switching Cen-

ter) mit dem übergeordneten Telekommunikationsnetz, z.B. dem PSTN (Public Switched Telecommunication Network), verbunden. Die Mobil-Vermittlungsstelle MSC ist die Verwaltungszentrale für das dargestellte Telekommunikationssystem. Sie übernimmt  
5 die komplette Anrufverwaltung und mit angegliederten Registern (nicht dargestellt) die Authentisierung der Telekommunikationsteilnehmer sowie die Ortsüberwachung im Netzwerk.

FIGUR 4 zeigt den prinzipiellen Aufbau der als Sende-/Empfangsgerät ausgebildeten Basisstation BTS1, BTS2, während  
10 FIGUR 5 den prinzipiellen Aufbau der ebenfalls als Sende-/Empfangsgerät ausgebildeten Mobilstation MT1...MT5 zeigt. Die Basisstation BTS1, BTS2 übernimmt das Senden und Empfangen von Funknachrichten von und zur Mobilstation MTS1..MTS5,  
15 während die Mobilstation MT1...MT5 das Senden und Empfangen von Funknachrichten von und zur Basisstation BTS1, BTS2 übernimmt. Hierzu weist die Basisstation eine Sendeantenne SAN und eine Empfangsantenne EAN auf, während die Mobilstation MT1...MT5 eine durch eine Antennenumschaltung AU steuerbare  
20 für das Senden und Empfangen gemeinsame Antenne ANT aufweist. In der Aufwärtsrichtung (Empfangspfad) empfängt die Basisstation BTS1, BTS2 über die Empfangsantenne EAN beispielsweise mindestens eine Funknachricht FN mit einer FDMA/TDMA/CDMA-Komponente von mindestens einer der Mobilstationen MT1...MT5,  
25 während die Mobilstation MT1...MT5 in der Abwärtsrichtung (Empfangspfad) über die gemeinsame Antenne ANT beispielsweise mindestens eine Funknachricht FN mit einer FDMA/TDMA/CDMA-Komponente von mindestens einer Basisstation BTS1, BTS2 empfängt. Die Funknachricht FN besteht dabei aus einem breitbandig gespreizten Trägersignal mit einer aufmodulierten aus Datensymbolen zusammengesetzten Information.  
30

In einer Funkempfangseinrichtung FEE (Empfänger) wird das empfangene Trägersignal gefiltert und auf eine Zwischenfrequenz heruntergemischt, die ihrerseits im weiteren abgetastet und quantisiert wird. Nach einer Analog/Digital-Wandlung wird  
35 das Signal, das auf dem Funkweg durch Mehrwegeausbreitung

verzerrt worden ist, einem Equalizer EQL zugeführt, der die Verzerrungen zu einem großen Teil ausgleicht (Stw.: Synchronisation).

- 5   Anschließend wird in einem Kanalschätzer KS versucht die Übertragungseigenschaften des Übertragungskanals TRC auf dem die Funknachricht FN übertragen worden ist, zu schätzen. Die Übertragungseigenschaften des Kanals sind dabei im Zeitbereich durch die Kanalimpulsantwort angegeben. Damit die kanalimpulsantwort geschätzt werden kann, wird der Funknachricht FN sendeseitig (im vorliegenden Fall von der Mobilstation MT1...MT5 bzw. der Basisstation BTS1, BTS2) eine spezielle, als Trainingsinformationssequenz ausgebildete Zusatzinformation in Form einer sogenannten Mitambel zugewiesen bzw.  
10   zugeordnet.

- In einem daran anschließenden für alle empfangenen Signale gemeinsamen Datendetektor DD werden die in dem gemeinsamen Signal enthaltenen einzelnen mobilstationsspezifischen  
20   Signalanteile in bekannter Weise entzerrt und separiert. Nach der Entzerrung und Separierung werden in einem Symbol-zu-Daten-Wandler SDW die bisher vorliegenden Datensymbole in binäre Daten umgewandelt. Danach wird in einem Demodulator DMOD aus der Zwischenfrequenz der ursprüngliche Bitstrom gewonnen,  
25   bevor in einem Demultiplexer DMUX die einzelnen Zeitschlitz den richtigen logischen Kanälen und damit auch den unterschiedlichen Mobilstationen zugeordnet werden.

- In einem Kanal-Codec KC wird die erhaltene Bitsequenz kanalweise decodiert. Je nach Kanal werden die Bitinformationen dem Kontroll- und Signalisierungszeitschlitz oder einem Sprachzeitschlitz zugewiesen und - im Fall der Basisstation (FIGUR 4) - die Kontroll- und Signalisierungsdaten und die Sprachdaten zur Übertragung an die Basisstationssteuerung BSC  
30   gemeinsam einer für die Signalisierung und Sprachcodierung/-decodierung (Sprach-Codec) zuständigen Schnittstelle SS übergeben, während - im Fall der Mobilstation (FIGUR 5) - die



Kontroll- und Signalisierungsdaten einer für die komplette Signalisierung und Steuerung der Mobilstation zuständigen Steuer- und Signalisiereinheit STSE und die Sprachdaten einem für die Spracheingabe und -ausgabe ausgelegten Sprach-Codec SPC übergeben werden.

In dem Sprach-Codec der Schnittstelle SS in der Basisstation BTS1, BTS2 werden die Sprachdaten in einem vorgegebenen Datenstrom (z.B. 64kbit/s-Strom in Netzrichtung bzw. 13kbit/s-Strom aus Netzrichtung).

In einer Steuereinheit STE wird die komplette Steuerung der Basisstation BTS1, BTS2 durchgeführt.

In der Abwärtsrichtung (Sendepfad) sendet die Basisstation BTS1, BTS2 über die Sendeantenne SAN beispielsweise mindestens eine Funknachricht FN mit einer FDMA/TDMA/CDMA-Komponente an mindestens eine der Mobilstationen MT1...MT5, während die Mobilstation MT1...MT5 in der Aufwärtsrichtung (Sendepfad) über die gemeinsame Antenne ANT beispielsweise mindestens eine Funknachricht FN mit einer FDMA/TDMA/CDMA-Komponente an mindestens einer Basisstation BTS1, BTS2 sendet.

Der Sendepfad beginnt bei der Basisstation BTS1, BTS2 in FIGUR 4 damit, daß in dem Kanal-Codec KC von der Basisstationssteuerung BSC über die Schnittstelle SS erhaltene Kontroll- und Signalisierungsdaten sowie Sprachdaten einem Kontroll- und Signalisierungszeitschlitz oder einem Sprachzeitschlitz zugewiesen werden und diese kanalweise in eine Bitsequenz codiert werden.

Der Sendepfad beginnt bei der Mobilstation MT1...MT5 in FIGUR 5 damit, daß in dem Kanal-Codec KC von dem Sprach-Codec SPC erhaltene Sprachdaten und von der Steuer- und Signalisiereinheit STSE erhaltene Kontroll- und Signalisierungsdaten einem Kontroll- und Signalisierungszeitschlitz oder einem Sprach-

zeitschlitz zugewiesen werden und diese kanalweise in eine Bitsequenz codiert werden.

Die in der Basisstation BTS1, BTS2 und in der Mobilstation  
5 MT1...MT5 gewonnene Bitsequenz wird jeweils in einem Daten-  
zu-Symbol-Wandler DSW in Datensymbole umgewandelt. Im An-  
schluß daran werden jeweils die Datensymbole in einer Sprei-  
zeinrichtung SPE mit einem jeweils teilnehmerindividuellen  
Code gespreizt. In dem Burstgenerator BG, bestehend aus einem  
10 Burstzusammensetzer BZS und einem Multiplexer MUX, wird da-  
nach in dem Burstzusammensetzer BZS jeweils den gespreizten  
Datensymbolen eine Trainingsinformationssequenz in Form einer  
Mitambel zur Kanalschätzung hinzugefügt und im Multiplexer  
MUX die auf diese Weise erhaltene Burstinformation auf den  
15 jeweils richtigen Zeitschlitz gesetzt. Abschließend wird der  
erhaltene Burst jeweils in einem Modulator MOD hochfrequent  
moduliert sowie digital/analog umgewandelt, bevor das auf  
diese Weise erhaltene Signal als Funknachricht FN über eine  
Funksendeeinrichtung FSE (Sender) an der Sendeantenne SAN  
20 bzw. der gemeinsamen Antenne ANT abgestrahlt wird.

Mobilfunksysteme der dritten Generation basieren - wie vor-  
stehend beschrieben - vorzugsweise auf einer breitbandigen  
CDMA-Luftschnittstelle. Informationsbits werden hierbei für  
25 die Funkübertragung mit einem kanalspezifischen Code multi-  
pliziert (gespreizt). Je nach der für den Funkkanal einge-  
stellten Datenrate variiert dabei der Spreizfaktor, d.h. das  
Verhältnis der Datenrate der gespreizten Daten mit der Daten-  
rate der ungespreizten Informationsbits, und die Leistung,  
30 mit der der Funkkanal ausgesendet wird. Insbesondere bei  
niedrigen Datenraten ist der Spreizfaktor hoch und die ausge-  
sendete Leistung gering.

Die Definition der Luftschnittstelle beinhaltet die Notwen-  
35 digkeit, eine Kanalschätzung für jeden Funkkanal durchzufüh-  
ren (vgl.: FIGUREN 4 und 5). Zu diesem Zweck enthält jeder  
übertragene Zeitschlitz eine Trainingssequenz bzw. gemäß den

- FIGUREN 1 und 2 eine Pilot-Sequenz (Pilot-Bits  $N_{\text{Pilot}}$ ). Die Kanalschätzung kann zum Beispiel durch Anwendung eines Anpassungsfilters, dem sogenannten "matched filter", auf diese Pilotfolge geschehen (vgl.: R.C.Dixon: "Spread Spectrum Systems with commercial applications, 3<sup>rd</sup> Edition, 1994, Seiten 235 bis 240 - insbesondere Figur 6.8(a)"). Als Resultat erhält man eine geschätzte Kanalimpulsantwort in der Länge des Pilot-Sequenz.
- 10 Verwendet man für die Kanalschätzung einen "matched filter", der kürzer ist als der Pilot - d.h. weniger Stützstellen hat als Pilotsamples zur Verfügung stehen -, so verschlechtert sich das Signal/Rauschverhältnis der geschätzten Kanalimpulsantwort.
- 15 Setzt man einen "matched filter" von passender Länge ein - d.h. die Stützstellen des Filters entsprechen der Anzahl der Pilotsamples -, so erhält man eine Kanalschätzung mit optimalem Signal/Rauschverhältnis. Gerade bei geringen Datenraten ist der Pilot jedoch sehr lang, um die geringe Leistung mit der er ausgestrahlt wird, kompensieren zu können. Da Mobilfunkkanäle im allgemeinen eine kürzere Impulsantwort besitzen, wird hier unnötig viel Komplexität und Rechenleistung für den "matched filter" investiert.
- 25 Es wurde bisher eine vollständige Kanalschätzung durchgeführt oder ein verschlechtertes Signal/Rauschverhältnis in Kauf genommen.
- 30 Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, Übertragungskanäle in Telekommunikationssystemen mit drahtloser Telekommunikation zwischen mobilen und/oder stationären Sende-/Empfangsgeräten, insbesondere in Mobilfunksystemen der dritten Generation, in Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Kanals (z.B. Länge des Piloten) derart zu schätzen, daß bei einer vollständigen Kanalschätzung nicht unnötig viel Komplexität und Rechenleistung - z.B. für die Kanalschätz-
- 35

richtung, insbesondere den "matched filter" - investiert wird.

Diese Aufgabe wird jeweils durch die Merkmale der Patentan-  
5 sprüche 1 und 4 gelöst.

Die der Erfindung zugrundeliegende Idee besteht in der beson-  
deren Organisation der Durchführung der Kanalschätzung, die  
dazu führt, dass nur noch genau die Multiplikations-  
10 Akkumulations-Operationen durchgeführt werden, die zur Be-  
stimmung des interessanten Teils der Kanalimpulsantwort not-  
wendig sind.

Dies wird dadurch erreicht, dass:

15

- (a) mindestens ein eine Anzahl "L" von Stützstellen - d.h.  
die Länge "L" - aufweisendes Anpassungsfilter, das sogenannte  
"matched filter", einer Kanalschätzeinrichtung in den Sende-  
/Empfangsgeräten wird gemäß dem in bezug auf die Unterteilung  
20 eines auf dem jeweiligen Übertragungskanal übertragenen Pi-  
lotsignal in einer ganzzahligen Anzahl "P/L" von Pilot-  
Abschnitte der Länge "L" und einen gegebenenfalls einem Pi-  
lot-Restabschnitt, der nicht mehr durch die Länge "L" ganz-  
zählig teilbar ist, entsprechend der in dem jeweiligen Ab-  
25 schnitt erwarteten Signalfolge parametrisiert, wobei, wenn das  
Verhältnis "P/L" ein nicht ganzzahliges Vielfaches ist, vor-  
zugsweise das nächst kleinere ganzzahlige Vielfache für die  
Abschnittbildung herangezogen wird und die nicht belegten  
Stützstellen mit "0" besetzt werden,
- 30 (b) das jeweilige Anpassungsfilter seine Arbeit auf genau  
diesem Abschnitt beginnt und seine Arbeit über die nächsten  
"L-1" Abtastungen (Samples) des empfangenen Pilotsignals  
fortsetzt,
- (c) die von dem jeweiligen Anpassungsfilter erhaltenen Ergeb-  
35 nisse summiert werden, um genau die "L" Samples einer ge-  
schätzten Impulsantwort zu erhalten (vgl.: FIGUREN 6 bis 8).

Bezogen auf diese "L" Samples sind dann genau die gleichen Multiplikations-Akkumulations-Schritte für jedes Ergebnis-Sample durchgeführt worden wie bei bekannten beschriebenen aufwendigen Lösung und keine Schritte darüber hinaus. Damit  
5 ist das Signal/Rauschverhältnis für die geschätzte Kanalimpulsantwort optimal.

Da die verschiedenen Anpassungsfilter (matched filter), ihre Operation jeweils auf Teil-Sequenzen beginnen, die durch die  
10 Anpassungsfilter, im vorhergehenden Abschnitt nicht mehr erreicht werden, ist es alternativ insbesondere möglich, die Kanalschätzung auch mit weniger als z.B. zwei "matched filter" gemäß FIGUR 7 beispielsweise mit nur einem einzigen "matched filter" gemäß FIGUR 6 in der Kanalschätzeinrichtung  
15 durchzuführen, wenn die Match-Operation auf den einzelnen Teilen der Pilot-Sequenz seriell hintereinander ausgeführt wird. Dies stellt normalerweise keine gravierende Einschränkung dar, da das Empfangssignal sowieso seriell am Empfänger-  
ausgang erscheint.

20

Der besondere Vorteil des Verfahrens liegt in der aufwands-  
günstigeren Implementierbarkeit der Kanalschätzung bei Erhaltung der Ergebnisqualität für den interessierenden Teil der geschätzten Impulsantwort.

25

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der FIGUREN 6 bis 8 erläutert. Es zeigen:

FIGUR 6 ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit nur  
30 einem "matched filter",

FIGUR 7 ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung mit zwei "matched filter",

35 FIGUR 8 die über  $n=1...5$  Pilot-Abschnitte der Pilotsequenz bzw. des Pilotsignals kumulierten, z.B. in einem Akkumulator

aufgelaufenen Korrelationsergebnisse zur Schätzung der Kanalimpulsantwort.

FIGUR 6 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem die Anordnung zum Schätzen von Übertragungskanälen in Telekommunikationssystemen mit drahtloser Telekommunikation zwischen mobilen und/oder stationären Sende-/Empfangsgeräten gemäß der FIGUREN 4 und 5, insbesondere in Mobilfunksystemen der dritten Generation, aus folgenden miteinander verbundenen Bestandteilen zusammengesetzt ist:

In ein Schieberegister SR mit einer Anzahl "L" - z.B.  $L=64$  - von Registerzellen  $RZ_1 \dots RZ_L$  wird zum Erzeugen von ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen mit jeweils "L" Datenelementen ein als serieller Datenstrom ausgebildetes, an der Antenne der mobilen und/oder stationären Sende-/Empfangsgeräten  $MS_1 \dots MS_5$ ,  $BTS_1$ ,  $BTS_2$  gemäß der FIGUREN 4 und 5 empfangenes Pilotsignal PS mit z.B.  $P=1024$  als Chips ausgebildeten Datenelementen derart eingelesen bzw. eingeschrieben, dass nachdem das Schieberegister SR erstmals vollständig mit Daten gefüllt worden ist, die nachfolgenden bzw. restlichen Daten einzeln, datumweise bzw. chipweise, eingeschrieben bzw. eingelesen werden.

In einer der "L" Registerzellen  $RZ_1 \dots RZ_L$  entsprechenden Anzahl von Speicherzellen  $SPZ_1 \dots SPZ_L$  ist jeweils ein Filterkoeffizient gespeichert. Die gespeicherten Filterkoeffizienten werden von einer Konfigurierungseinrichtung KE zu steuerbaren Zeitpunkten, wenn ein vorgebbarer Abschnitt des Pilotsignals PS abgearbeitet ist, konfiguriert, indem z.B. die bisher gespeicherten Koeffizienten durch neue Koeffizienten ersetzt werden, also eine Umparametrierung erfolgt. Die zeitpunktgenaue Steuerung der Konfigurierungseinrichtung KE erfolgt durch eine Steuereinrichtung STE, die zu diesem Zweck mit der Konfigurierungseinrichtung in der dargestellten Weise verbunden ist. Um diesen Zeitpunkt zu ermitteln, greift die Steuereinrichtung STE auf einen Akkumulator AK zu. Wie die

Zeitpunktermittlung im einzelnen erfolgt, wird bei der Beschreibung des Akkumulators AK näher erläutert.

In einer der "L" Registerzellen  $RZ_1 \dots RZ_L$  und Speicherzellen  
5  $SPZ_1 \dots SPZ_L$  entsprechenden Anzahl von Multiplikatoren  
 $MUL_1 \dots MUL_L$  werden Korrelationsoperationen durchgeführt, indem die Inhalte der Registerzellen  $RZ_1 \dots RZ_L$  mit den korrespondierenden Inhalten der Speicherzellen  $SPZ_1 \dots SPZ_L$  multipliziert werden. Das jeweilige Multiplikationsergebnis wird  
10 anschließend einer Additionseinrichtung AE zugeführt, die die Multiplikationsergebnisse zu einem Additionsergebnis addiert.

Die Additionseinrichtung AE, die Multiplikatoren  $MUL_1 \dots MUL_L$ ,  
die Registerzellen  $RZ_1 \dots RZ_L$  und die Speicherzellen  
15  $SPZ_1 \dots SPZ_L$  bilden ein Anpassungsfilter AF, das sogenannte "matched filter".

In einer Akkumulator-/Addiereinrichtung AAE wird das von der Additionseinrichtung AE gelieferte Additionsergebnis zum Inhalt einer zur jeweils aktuellen Multiplikation korrespondierenden Endzelle EZ des Akkumulators AK durch eine Addiereinrichtung ADE hinzuaddiert. Anschließend wird dieses Additionsergebnisses in eine Anfangszelle AZ des Akkumulators AK gespeichert.

25 Die in dem Anpassungsfilter AF und Akkumulator-/Addiereinrichtung AAE vorstehend beschriebenen Vorgänge laufen jeweils für die in dem Schieberegister SR erzeugten ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen ab, die zu einem ersten Pilot-Abschnitt  
30 von "n" Abschnitten des Pilotsignales PS - n=1 gemäß FIGUR 8 - gehören. Wenn diese Datensequenzen in der angegebene Weise bearbeitet worden sind, dann sind sämtliche Zellen des Akkumulators AK mit Daten beschrieben. Dieser Zustand "Alle Zellen des Akkumulators AK beschrieben bzw. Akkumulator AK voll"  
35 wird von der Steuereinrichtung STE im Rahmen des Akkumulatorzugriffs erkannt und führt letztlich - wie bereits vorstehend beschrieben - dazu, dass die Filterkoeffizienten für einen

- neuen Pilotabschnitt, z.B. den zweiten Abschnitt  $n=2$  gemäß FIGUR 8, neu konfiguriert bzw. umparametriert werden. Wenn nach bzw. mit der Bearbeitung des zweiten Abschnittes sämtliche aus der Bearbeitung des ersten Abschnittes  $n=1$  resultierende Dateninhalte in den Zellen des Akkumulators AK durch
- 5 hinzukommende neue Dateninhalte aktualisiert worden sind, dann führt dieser Zustand erneut zu einer Umparametrierung der Filterkoeffizienten für einen dritten Pilotabschnitt  $n=3$  gemäß FIGUR 8. Dieser Vorgang wiederholt schließlich vorzugsweise solange, bis entweder das Pilotsignal PS, das in ein ganzzahliges Verhältnis "P/L" von Pilotabschnitten bzw. Datenstromabschnitten der Länge "L" mit oder ohne Restabschnitt einteilbar ist, vollständig oder bis auf den Restabschnitt
- 10 durch das Schieberegister SR geschoben worden ist oder ein vorzeitiges Ende der Kanalschätzung eingeleitet wird, weil die in dem Akkumulator AK bis zu diesem Zeitpunkt enthaltenen Informationen bereits für eine zufriedenstellende Kanalschätzung ausreichen.
- 20 Das Ergebnis des Akkumulators dient unabhängig davon, wann die Kanalschätzung letztlich beendet ist, als Eingangsgröße für einen "Finger-Such-Algorithmus". Mit diesem "Finger-Such-Algorithmus" wird in bekannter Weise ein in den mobilen und/oder stationären Sende-/Empfangsgeräten MS1...MS5, BTS1,
- 25 BTS2 gemäß der FIGUREN 4 und 5 vorzugsweise enthaltener "RAKE"-Empfänger parametrier.

Die in FIGUR 6 dargestellte Anordnung kommt mit nur einem Anpassungsfilter AF aus, weil die Umparametrierung der Filterkoeffizienten in bezug auf die serielle Verarbeitung des Pilotsignales PS in dem Schieberegister SR schnell genug durchgeführt werden kann.

30

Kann dieses nicht sichergestellt werden, so werden z.B. gemäß

35 Figur 7 zwei Anpassungsfilter eingesetzt bzw. benötigt. Ansonsten funktioniert die Anordnung gemäß FIGUR 7 bis auf die etwas komplexere Ausgestaltung der Steuereinrichtung gegen-



über der in FIGUR 6 wie die Anordnung gemäß FIGUR 6. Auf eine detailliertere Beschreibung der FIGUR 7 wird deshalb verzichtet. Charakteristisch bei der Anordnung gemäß FIGUR 7 ist lediglich, daß die beiden Anpassungsfilter abwechselnd benutzt werden, indem die Steuereinrichtung gemäß FIGUR 7, wenn ein neuer Pilotabschnitt in das jeweilige Schieberegister nach und nach durchgeschoben wird, Schalter S1, S2 ansteuert, durch die das bis dahin nicht benutzte Anpassungsfilter mit der Akkumulator-/Addiereinrichtung verbunden wird. Für die Umparametrierung der Filterkoeffizienten steht in dem diesem Fall mehr Zeit zur Verfügung. Falls notwendig, kann diese Zeit noch weiter ausgedehnt werden, indem alternativ mehr als zwei Anpassungsfilter verwendet werden.

FIGUR 8 zeigt die über  $n=1...5$  Pilot-Abschnitte der Pilotsequenz bzw. des Pilotsignals PS mit den Anordnungen gemäß der FIGUREN 6 und 7 kumulierten, z.B. in dem Akkumulator AK aufgelaufenen Korrelationsergebnisse zur Schätzung der Kanalimpulsantwort.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Schätzen von Übertragungskanälen in Telekommunikationssystemen mit drahtloser Telekommunikation zwischen mobilen und/oder stationären Sende-/Empfangsgeräten, insbesondere in Mobilfunksystemen der dritten Generation, mit folgenden Merkmalen:
- (a) für "L" Datenelemente von jeweils ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen eines i-ten Abschnitts von "n" Abschnitten eines eine vorgegebene Anzahl "P" der Datenelemente enthaltenden seriellen Datenstroms (PS), wobei  $1 \leq i \leq n$  ist, werden jeweils Korrelationsoperationen durchgeführt, indem die "L" Datenelemente der ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen mit einem durch die jeweilige Länge "L" der Datensequenzen vorgegebenen "i"-ten Satz von Filterkoeffizienten multipliziert werden, die Multiplikationsergebnisse addiert werden und die jeweiligen bezüglich der ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen erhaltenen Additionsergebnisse separat gespeichert werden,
- (b) der "i"-te Satz von Filterkoeffizienten wird in einen durch die jeweilige Länge "L" der Datensequenzen wieder vorgegebenen "i+1"-ten Satz von Filterkoeffizienten umparametriert, wenn für den ersten Datenstromabschnitt die jeweiligen bezüglich der ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen erhaltenen Additionsergebnisse separat gespeichert sind,
- (c) nach der Umparametrierung werden für die "L" Datenelemente von den jeweils ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen eines "i+1"-ten Datenstromabschnitts wieder jeweils Korrelationsoperationen durchgeführt, indem die "L" Datenelemente der ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen mit dem "i+1"-ten Satz von Filterkoeffizienten multipliziert werden, die Multiplikationsergebnisse addiert werden und die jeweiligen bezüglich der ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen erhaltenen Additionsergebnisse separat zu den Additionsergebnissen bezüglich des "i"-ten Datenstromabschnittes addiert und gespeichert werden,

(d) die Anzahl "n" der Datenstromabschnitte wird kleiner als ein ganzzahliges Verhältnis "P/L" von Datenstromabschnitten der Länge "L" gewählt.

5 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß  
die Multiplikationen der "L" Datenelemente der ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen mit den Sätzen von Filterkoeffizienten und die Additionen der Multiplikationsergebnisse nacheinander  
10 in einem einzigen als "matched filter" ausgebildeten Anpassungsfilter durchgeführt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß  
15 die Multiplikationen der "L" Datenelemente der ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen mit den Sätzen von Filterkoeffizienten und die Additionen der Multiplikationsergebnisse abwechselnd in mindestens zwei als "matched filter" ausgebildeten Anpassungsfilter durchgeführt werden.

20 4. Anordnung zum Schätzen von Übertragungskanälen in Telekommunikationssystemen mit drahtloser Telekommunikation zwischen mobilen und/oder stationären Sende-/Empfangsgeräten, insbesondere in Mobilfunksystemen der dritten Generation, mit folgenden Merkmalen:

(a) ein Schieberegister (SR) mit einer Anzahl "L" von Registerzellen ( $RZ_1 \dots RZ_L$ ) zum Erzeugen von ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen mit jeweils "L" Datenelemente eines eine vorgegebene Anzahl "P" der Datenelemente enthaltenden seriellen  
30 Datenstroms (PS),

(b) eine der "L" Registerzellen ( $RZ_1 \dots RZ_L$ ) entsprechende Anzahl von Speicherzellen ( $SPZ_1 \dots SPZ_L$ ) zum Speichern von Filterkoeffizienten,

(c) eine der "L" Registerzellen ( $RZ_1 \dots RZ_L$ ) und Speicherzellen ( $SPZ_1 \dots SPZ_L$ ) entsprechende Anzahl von Multiplikatoren  
35 ( $MUL_1 \dots MUL_L$ ) zum Multiplizieren der Inhalte der Registerzel-

- len ( $RZ_1 \dots RZ_L$ ) mit den korrespondierenden Inhalten der Speicherzellen ( $SPZ_1 \dots SPZ_L$ ),
- (d) eine Additionseinrichtung (AE) zum Addieren der Multiplikationsergebnisse in den Multiplikatoren ( $MUL_1 \dots MUL_L$ ),
- 5 (e) eine Akkumulator-/Addiereinrichtung (AAE) zum Addieren des Additionsergebnisses in der Additionseinrichtung (AE) zum Inhalt einer zur jeweils aktuellen Multiplikation korrespondierenden Endzelle (EZ) eines Akkumulators (AK), Speichern dieses Additionsergebnisses in eine Anfangszelle (AZ) des Ak-
- 10 kumulators (AK),
- (f) Mittel (STE, KE) zum Umparametrieren der Filterkoeffizienten in den Speicherzellen ( $SPZ_1 \dots SPZ_L$ ) in Abhängigkeit davon, ob in jeder Akkumulatorzelle aktuelle Additionsergebnisse gespeichert sind,
- 15 (g) das Schieberegister (SR), die Speicherzellen ( $SPZ_1 \dots SPZ_L$ ), die Multiplikatoren ( $MUL_1 \dots MUL_L$ ), die Additionseinrichtung (AE), die Akkumulator-/Addiereinrichtung (AAE) und die Umparametrierungsmittel (STE, KE) sind derart ausgebildet und miteinander verbunden, dass
- 20 (g1) für "L" Datenelemente von jeweils ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen eines i-ten Abschnitts von "n" Abschnitten eines eine vorgegebene Anzahl "P" der Datenelemente enthaltenden seriellen Datenstroms (PS), wobei " $1 \leq i \leq n$ " ist, jeweils Korrelationsoperationen durchgeführt werden, indem die
- 25 "L" Datenelemente der ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen mit einem durch die jeweilige Länge "L" der Datensequenzen vorgegebenen "i"-ten Satz von Filterkoeffizienten multipliziert werden, die Multiplikationsergebnisse addiert werden und die jeweiligen bezüglich der ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen erhaltenen Additionsergebnisse separat gespeichert werden,
- 30 (g2) der "i"-te Satz von Filterkoeffizienten in einen durch die jeweilige Länge "L" der Datensequenzen wieder vorgegebenen "i+1"-ten Satz von Filterkoeffizienten umparametriert wird, wenn für den ersten Datenstromabschnitt die jeweiligen
- 35 bezüglich der ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen erhaltenen Additionsergebnisse separat gespeichert sind,

(g3) nach der Umparametrierung für die "L" Datenelemente von den jeweils ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen eines "i+1"-ten Datenstromabschnitts wieder jeweils Korrelationsoperationen durchgeführt werden, indem die "L" Datenelemente der ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen mit dem "i+1"-ten Satz von Filterkoeffizienten multipliziert werden, die Multiplikationsergebnisse addiert werden und die jeweiligen bezüglich der ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen erhaltenen Additionsergebnisse separat zu den Additionsergebnissen bezüglich des "i"-ten Datenstromabschnittes addiert und gespeichert werden, (d) die Anzahl "n" der Datenstromabschnitte kleiner als ein ganzzahliges Verhältnis "P/L" von Datenstromabschnitten der Länge "L" gewählt wird.

5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Schieberegister (SR), die Speicherzellen ( $SPZ_1 \dots SPZ_L$ ), die Multiplikatoren ( $MUL_1 \dots MUL_L$ ) und die Additionseinrichtung (AE) in einem einzigen als "matched filter" ausgebildeten Anpassungsfilter (AF) enthalten sind.

6. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Schieberegister (SR), die Speicherzellen ( $SPZ_1 \dots SPZ_L$ ), die Multiplikatoren ( $MUL_1 \dots MUL_L$ ) und die Additionseinrichtung (AE) derart in mindestens zwei als "matched filter" ausgebildeten Anpassungsfilter angeordnet sind, dass die Multiplikationen der "L" Datenelemente der ersten bis "L-1"-ten Datensequenzen mit den Sätzen von Filterkoeffizienten und die Additionen der Multiplikationsergebnisse abwechselnd in mindestens zwei als "matched filter" ausgebildeten Anpassungsfilter (AF) durchgeführt werden.

1/8

FIG 1

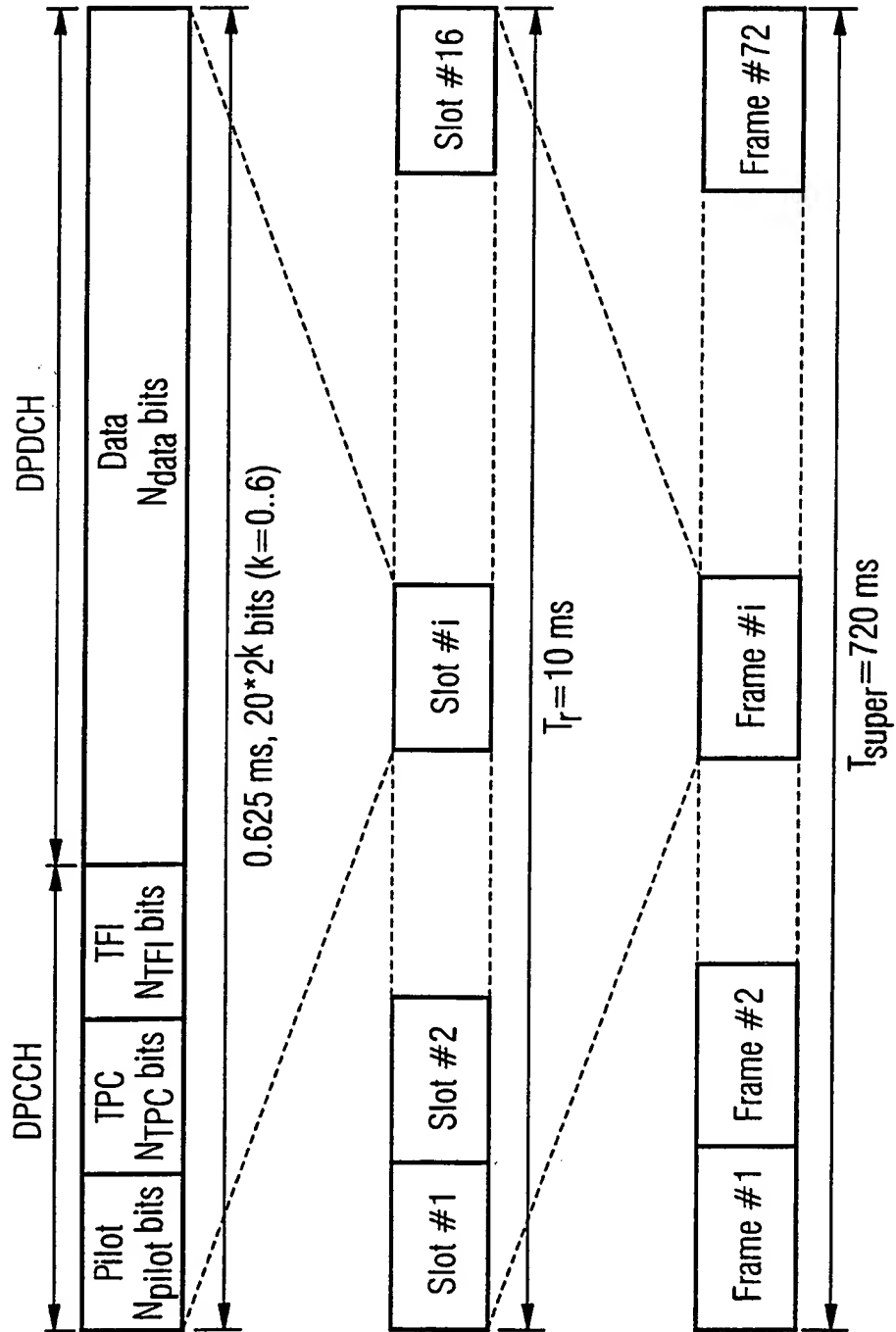
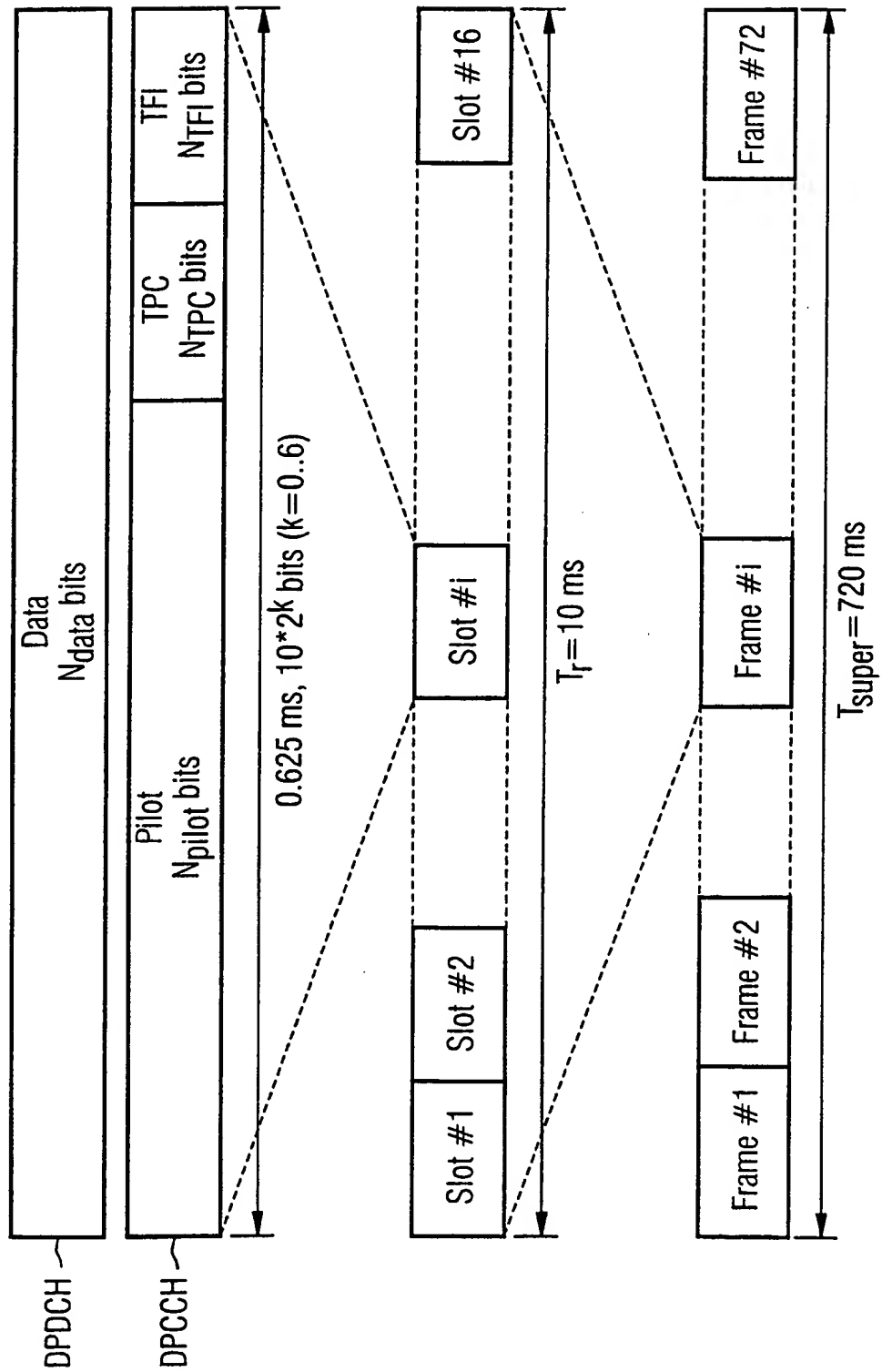
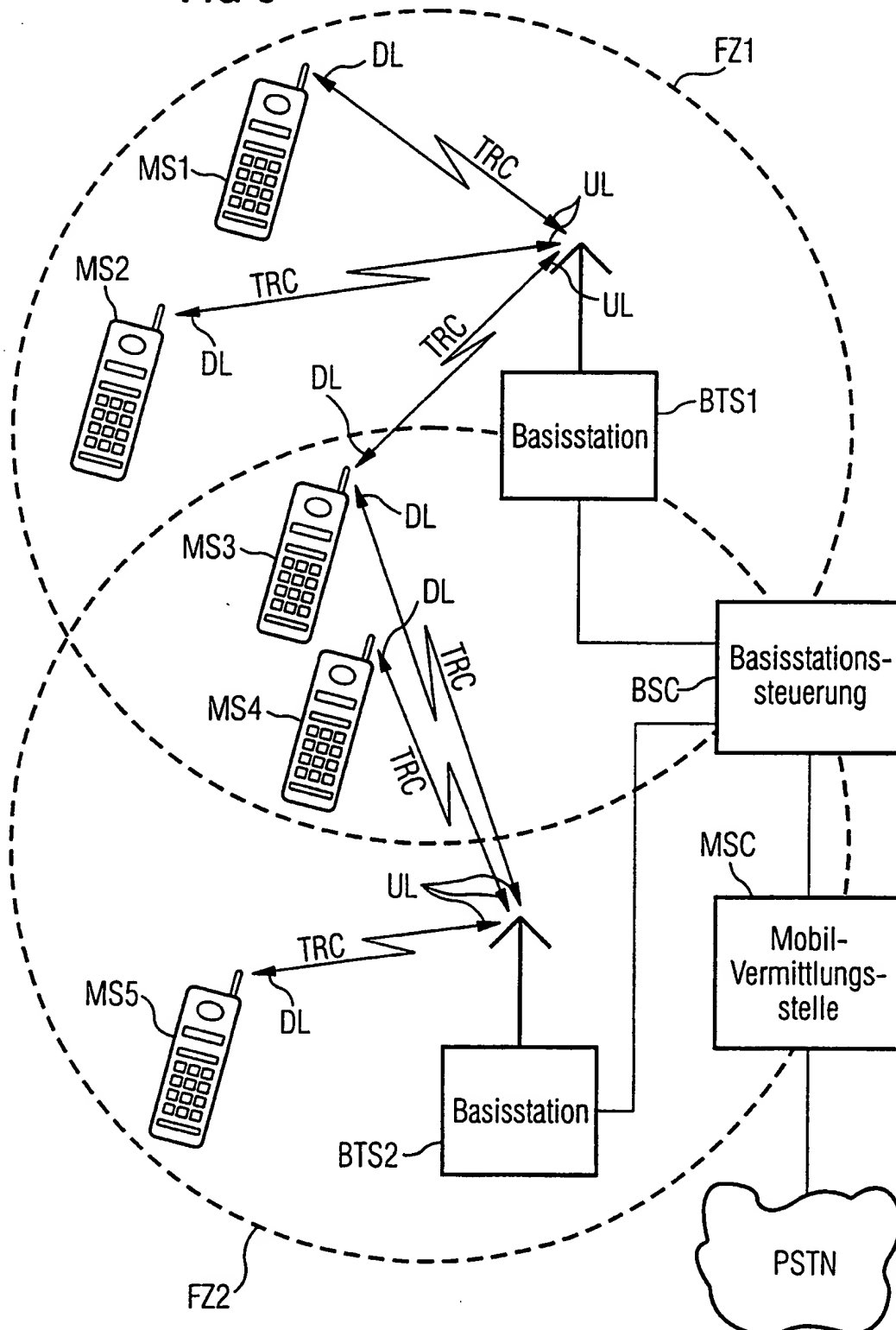


FIG 2



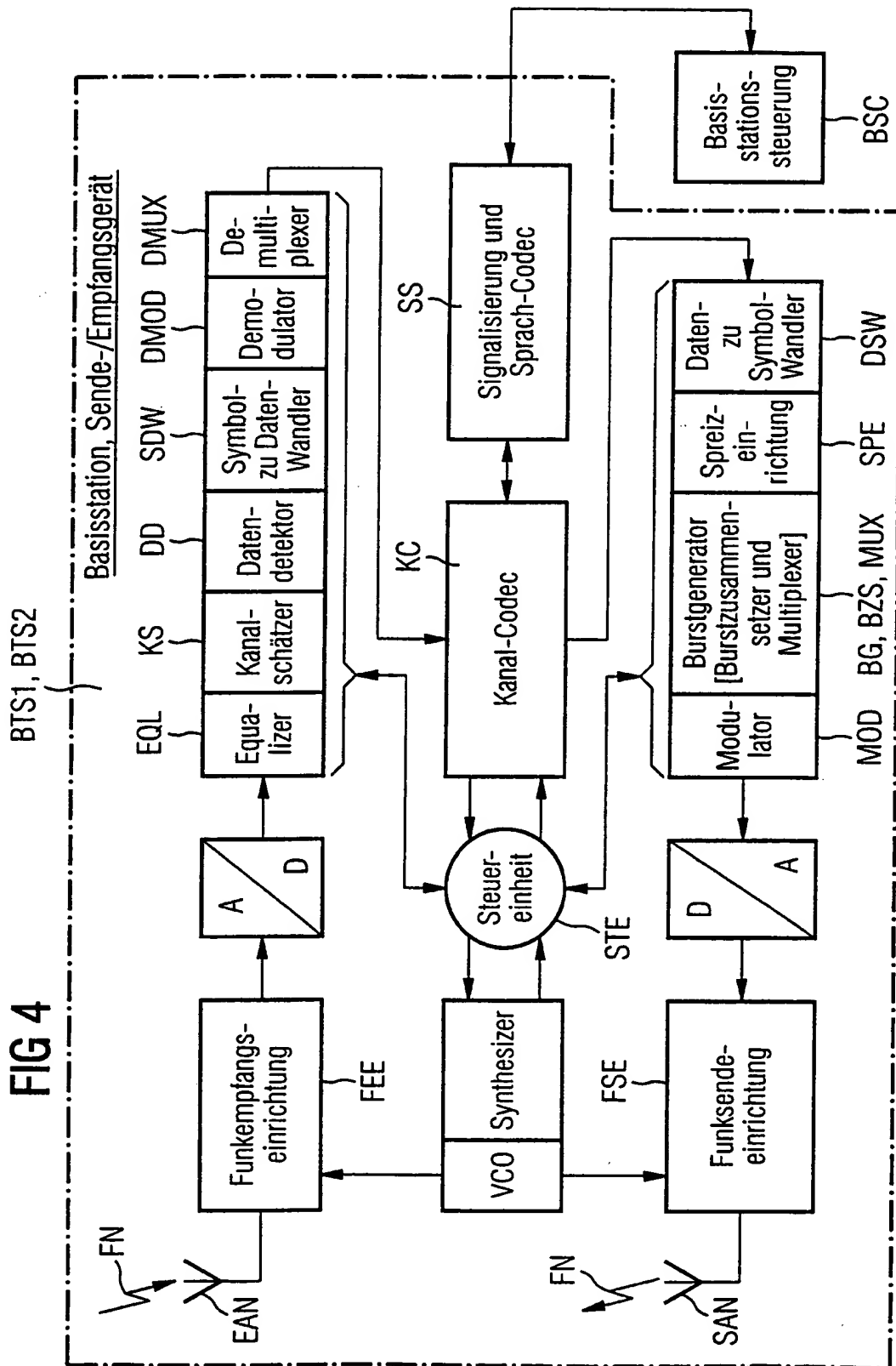
3/8

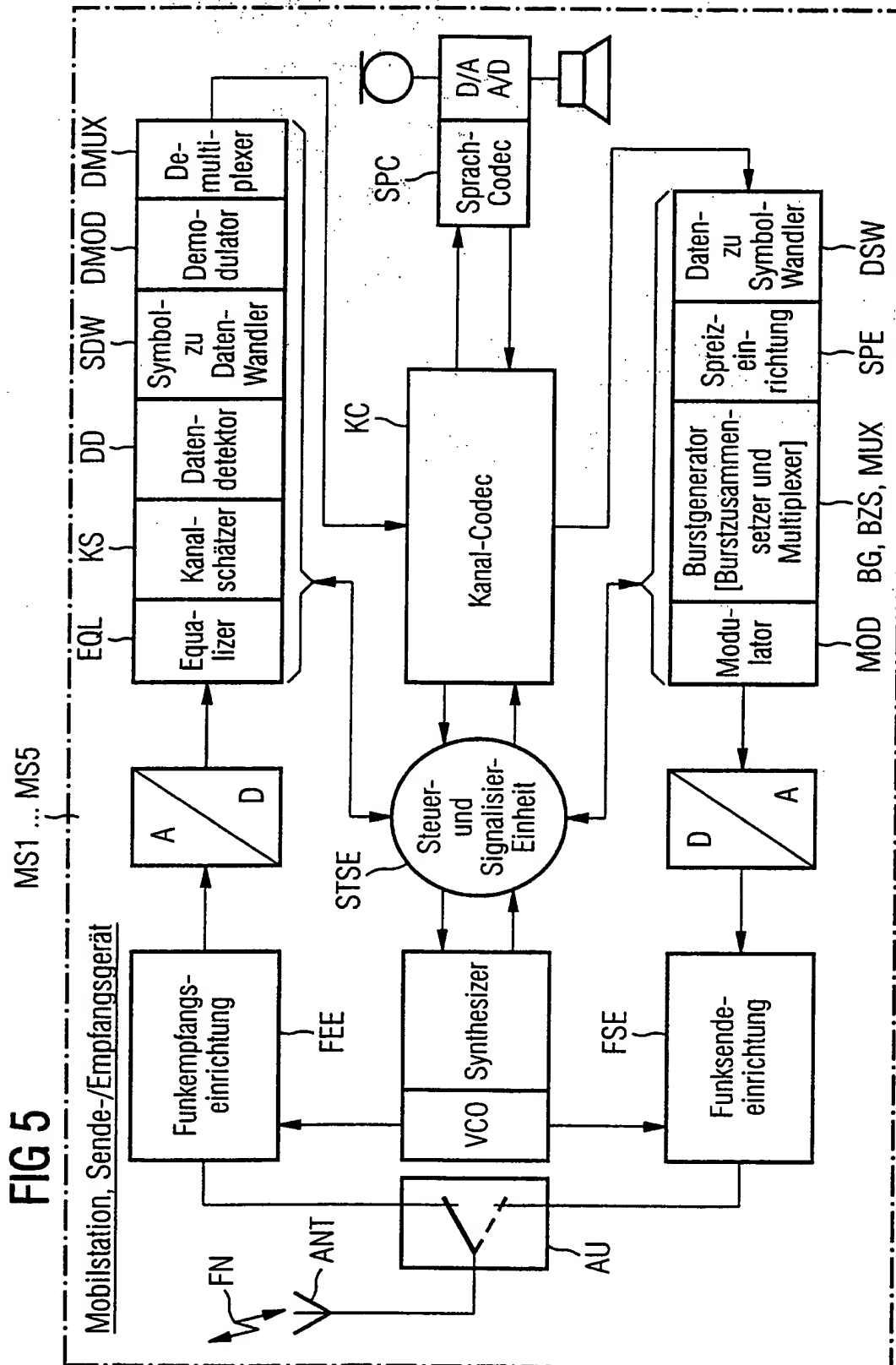
FIG 3

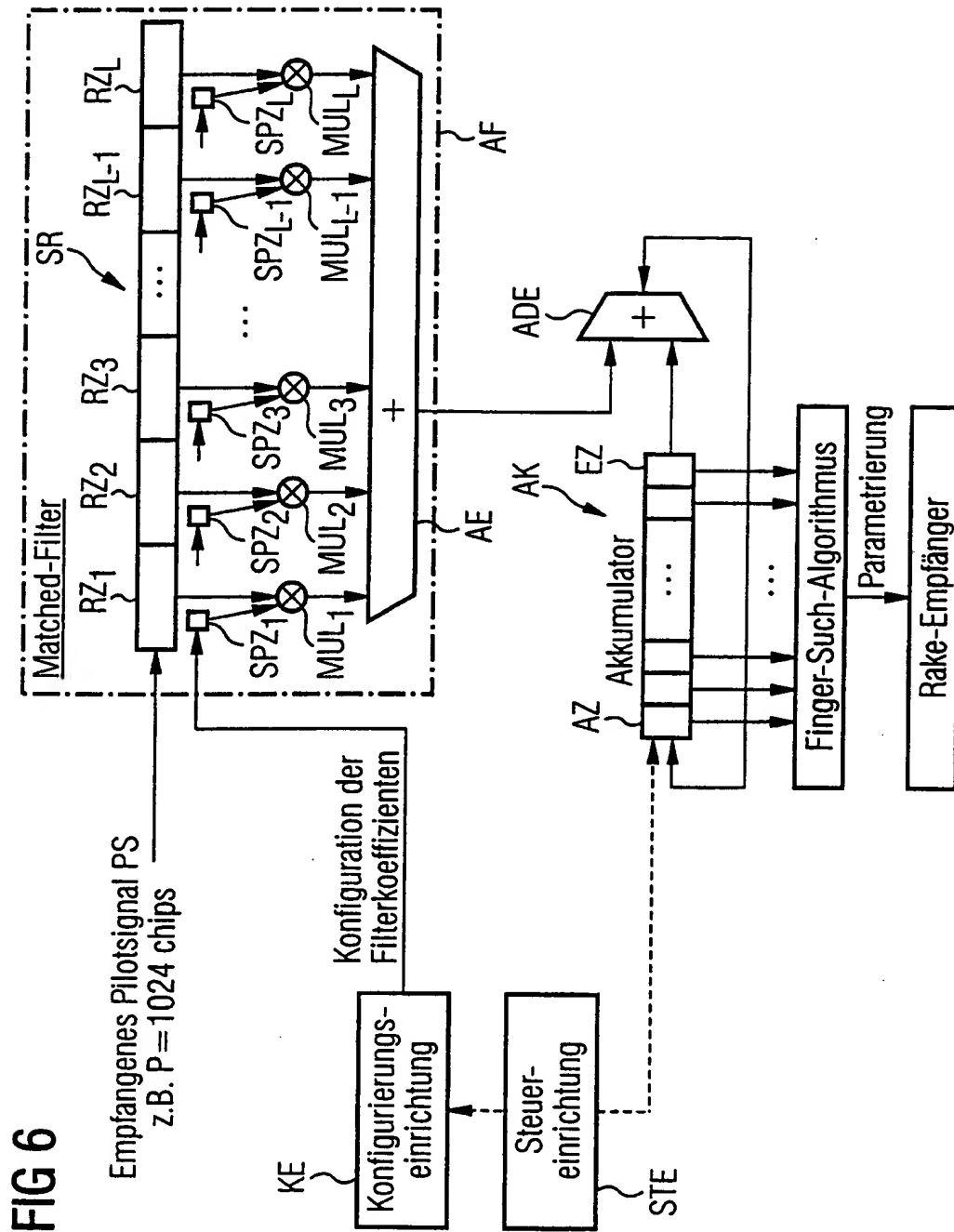




4/8

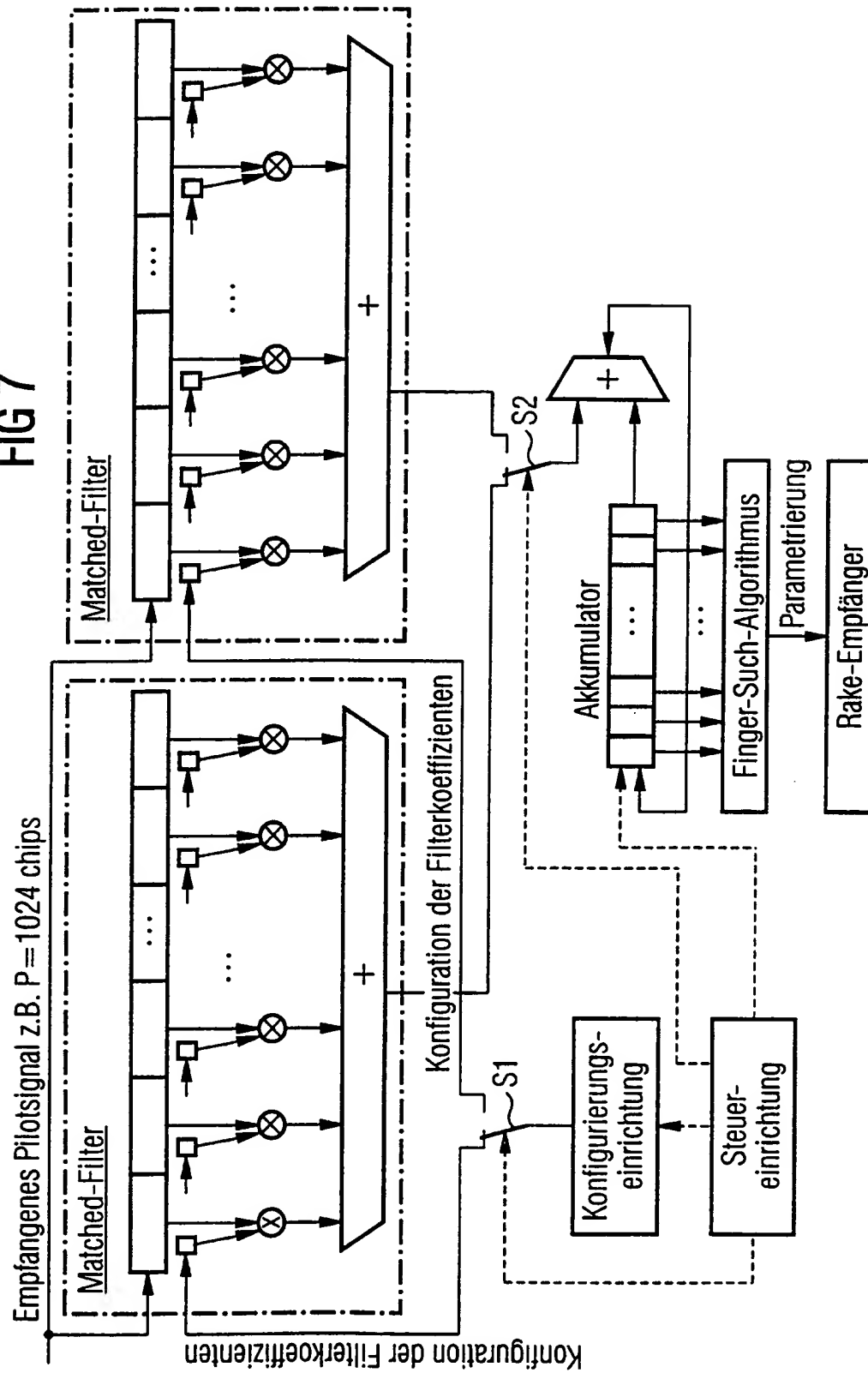






7/8

FIG 7



8/8

**FIG 8**